



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 43 26 194 A 1

51 Int. Cl.⁵:
F 16 C 29/06
F 16 H 19/04
B 25 J 19/00
// B23Q 1/18

21 Aktenzeichen: P 43 26 194.9
22 Anmeldetag: 4. 8. 93
43 Offenlegungstag: 17. 2. 94

DE 43 26 194 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
11.08.92 JP 4-56507 U

71 Anmelder:
NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.;
Vogelsang-Wenke, H., Dipl.-Chem. Dipl.-Biol.Univ.
Dr.rer.nat.; Goldbach, K., Dipl.-Ing.Dr.-Ing.;
Aufenanger, M., Dipl.-Ing.; Klitzsch, G., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 80538 München

72 Erfinder:
Tsukada, Toru, Maebashi, Gunma, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lineares Führungssystem mit einstückig ausgebildeter Zahnstange

57 Um ein lineares Führungssystem mit Rollnuten an beiden
Seiten und einer einstückig ausgebildeten Zahnstange zu
schaffen, welches entweder mit einer feststehenden Füh-
rungsschiene oder mit feststehenden Gleitern verwendet
werden kann, und bei welchen die Richtung der Biegung der
Schiene mit ihrem Eigengewicht verschieden ist von der
Vibrationsrichtung, die durch Verschiebung der Zahnstange
verursacht wird, sind Zahnstangenzähne einstückig ausge-
bildet in einer der Seitenflächen der Führungsschiene, an
welcher Rollnuten für Rollglieder so ausgebildet sind, daß
die Richtung der Zahnspuren der Zahnstangenzähne senk-
recht ist zu der Richtung, entlang welcher die Rollnuten für
die Rollglieder der Führungsschiene ausgebildet sind. Dem-
entsprechend überlappt sich die Vibration der Zahnstange
nicht mit der Biegung der Schiene, wodurch gute Wirkungen
erzeugt werden zur Verlängerung der Nutzungsdauer der
Zahnstange, zur Verhinderung des Geräuschs und zur
Verbesserung der Präzision beim Positionieren. Es ist zu
beachten, daß dieses System mit feststehender Schiene
sowie mit feststehenden Gleitern verwendet werden kann.

DE 43 26 194 A 1

Die Erfindung betrifft ein lineares Führungssystem mit einer einstückig ausgebildeten Zahnstange, in welchem die Zahnstange, die einen Zahnstangentrieb bildet, welcher als linearer Antriebsmechanismus dient, und ein lineares Führungssystem, das als linearer Führungsmechanismus dient, miteinander zusammengefaßt sind.

Herkömmlich werden eine Zahnstange, die einen Antriebsmechanismus bildet, und ein lineares Führungssystem, das als Führungsmechanismus dient, getrennt hergestellt und dann zusammengesetzt zu der oben erwähnten Art eines einstückig ausgebildeten linearen Führungssystems, welches in einem Roboter oder anderen Arten von Maschinen verwendet wird. Beim Zusammensetzen der gesondert hergestellten Mechanismen ist jedoch eine gute Montagegenauigkeit schwer zu erzielen. Also kann die Zahnstange übermäßig eingreifen oder das Zahnstangenspiel kann zu groß werden, wodurch die Nutzungsdauer der Zahnstange verkürzt wird und ein Geräusch entsteht. Um diese Probleme zu lösen, wird in der japanischen Gebrauchsmusteranmeldung, Offenlegungsnummer 2-43519, ein lineares Zahnstangenführungssystem vorgeschlagen, bei welchem Zahnstangenzähne 4 einteilig ausgebildet sind an einer Fläche einer Führungsschiene, an welcher keine Nuten für Rollglieder ausgebildet sind, wie in Fig. 4 gezeigt.

In dem vorgeschlagenen System können jedoch Löcher für Befestigungsschrauben nicht in vorbestimmten Abständen über die gesamte Länge in der Längsrichtung ausgebildet werden, wodurch die folgenden Probleme verursacht werden.

- 1) Wenn die Führungsschiene 1 an eine Maschinenbasis oder dergleichen angeschraubt werden muß, kann das System nicht verwendet werden.
- 2) Wenn Gleiter 2, welche mit der Führungsschiene 1 derart in Eingriff stehen, daß sie sich relativ zu ihr verschieben können, befestigt sind, um die Führungsschiene 1 bezüglich der Gleiter 2 linear anzutreiben, das heißt, wenn die Führungsschiene 1 nicht an der Maschinenbasis befestigt werden muß, wird ein Loch B₁ für eine Befestigungsschraube zum Befestigen eines Werkstücks an der beweglichen Führungsschiene benötigt. In diesem Fall sollte eine Fläche 4A, in welcher das Loch für die Befestigungsschraube ausgearbeitet ist, an einem Ende der Zahnstangenzähne 4 vorgesehen werden, wodurch die Schiene länger wird und ihre Herstellung schwieriger wird und damit höhere Kosten entstehen.
- 3) Die Zahnstangenzähne 4 kämten mit einem Ritzel 12, wobei ihre Stirnflächen auf die Oberseite oder die Unterseite aufgesetzt sind wegen der Möglichkeit zum Gestalten der Lagebeziehung zwischen dem Ritzel, mit dem die Zahnstangenzähne 4 kämten, und einem Drehantriebsmechanismus des Ritzels 12. Daher muß der Eingriff der Zahnstangenzähne 4 in das Ritzel 12 in der Vertikalrichtung eingestellt werden, was schwieriger ist als die Einstellung in der Horizontalrichtung. Außerdem fallen die Richtung der Biegung der Zahnstange, die durch ihr Eigengewicht verursacht wird, und die Richtung der Vibration, die durch die Bewegung der Zahnstange verursacht wird, welche mit dem Ritzel 12 in Eingriff steht, beide mit der Vertikalrichtung zusammen, wodurch die Lebensdauer der Zahnstange verkürzt wird, ein Geräusch

entsteht, sich das Positionieren schwieriger gestaltet und andere Probleme verursacht werden.

Übrigens ist ein System, in welchem eine Führungsschiene eine Rollnute oder Rollnuten für Rollglieder in einer Seitenfläche und eine in der entgegengesetzten Seitenfläche einstückig ausgebildete Zahnstange aufweist, offenbart worden in der japanischen Gebrauchsmusteranmeldung, Offenlegungsnummer 59-103925. Dieses System ist jedoch dafür vorgesehen, ein Paar dieser Führungsschienen anzuwenden, und seine Anwendung ist beachtlich eingeschränkt. Also ist solch ein System verschieden von dem linearen Führungssystem der Erfindung, bei welchem Gleiter die Führungsschiene überspreizen, um sich auf diese Weise relativ zu der Führungsschiene zu verschieben.

Das Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines linearen Führungssystems mit einer in einem Stück ausgebildeten Zahnstange, welches die oben erwähnten Probleme bei herkömmlichen und früheren Systemen lösen kann, und bei welchem Löcher für Befestigungsschrauben willkürlich über die Gesamtlänge einer Führungsschiene in der Längsrichtung ausgebildet werden können.

Die Erfindung betrifft ein lineares Führungssystem, gekennzeichnet durch eine Führungsschiene mit Rollnuten für Rollglieder, die sich in der Axialrichtung in beiden Seitenflächen erstrecken, Gleiter, welche die Führungsschiene so überspreizen, daß sie darauf gleiten, und jeder von denen aus einem Gleiterkörper mit Rollnuten für die geladenen Rollglieder in den inneren Seitenflächen besteht, die zu den Rollnuten für die Rollglieder der Führungsschiene hinweisen, und mit Rückbahnen für die Rollglieder, die innerhalb der Gleiter parallel zu den entsprechenden Rollnuten für die geladenen Rollglieder vorgesehen sind, und Endkappen, die an beide Enden des Gleiterkörpers angefügt sind, welche halbkreisbogenförmige gekrümmte Bahnen aufweisen, um die Rückbahnen für die Rollglieder mit den Rollnuten für das geladene Rollglied in Verbindung zu setzen und damit endlose Umlaufbahnen zu bilden, sowie eine Vielzahl von Rollgliedern, welche zwischen die Rollnuten für die Rollglieder und die Rollnuten für die geladenen Rollglieder eingesetzt sind und in den endlosen Umlaufbahnen umlaufen, wobei Zahnstangenzähne in der Axialrichtung einer Seitenfläche der Führungsschiene ausgebildet sind, welche parallel ist zu den Seitenflächen, an welchen die Rollnuten für die Rollglieder ausgebildet sind, und wobei die Richtung der Zahnspuren der Zahnstangenzähne senkrecht ist zu der Richtung der Rollnuten für die Rollglieder der Führungsschiene.

Da die Zahnstangenzähne, welche angetriebene Bauteile in dem linearen Antriebsmechanismus sind, direkt an der Seitenfläche der Führungsschiene des linearen Führungssystems ausgearbeitet sind, so daß die Richtung der Zahnspuren senkrecht ist zu der Richtung der Rollnuten für die Rollglieder der Führungsschiene, können die folgenden Wirkungen erzielt werden.

- 1) Die Zahnstangenzähne, welche einstückig ausgearbeitet sind, können hohe Präzision aufweisen. Das System rattert nicht im Betrieb. So kann die Nutzungsdauer der Zahnstange verlängert werden, und das Geräusch kann vermindert werden.
- 2) Da die Rollnuten für die Rollglieder und die Zahnstange an der gleichen Fläche ausgebildet sind, können Löcher zum Fixieren der Schiene in den anderen Flächen ausgebildet werden. Dement-

sprechend kann die Schiene stabil an der Basis befestigt werden, und ein Zittern der Schiene, das durch Kämmen der Zahnstange mit dem Zahnrad verursacht wird, kann verhindert werden, wodurch ein stabiles Betriebsverhalten selbst bei hoher Geschwindigkeit erzielt wird.

3) Die Fläche, an welcher die Zahnstange ausgebildet ist, braucht nicht verlängert zu werden, um das Loch oder die Löcher zur Befestigung vorzusehen. Und die Länge der Schiene kann verkürzt werden, während die Länge der Zahnstangen-zähne die gleiche bleibt. Dementsprechend wird weniger Raum zur Installation benötigt, und die Starrheit der Schiene wird größer.

4) Es ist leicht einzurichten, daß die Richtung der Biegung der Schiene mit ihrem Eigengewicht abweicht von der Richtung der Zahnspuren der Zahnstange mit dem Zahnrad. Dementsprechend kann das Kämmen der Zahnstange mit dem Zahnrad in den gesamten Hüten gleichförmig sein, wodurch die Nutzungsdauer verlängert wird, das Geräusch vermindert wird sowie die Präzision der Positionierung verbessert wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung gezeigten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht der ersten Ausführungsform des linearen Führungssystems mit der einstückig ausgebildeten Zahnstange gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine Schnittansicht, die entlang der in Fig. 1 gezeigten Linie II-II geschnitten ist;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung; und

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines linearen Führungssystems mit einer einstückig ausgebildeten Zahnstange nach dem Stand der Technik.

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform des linearen Führungssystems mit der einstückig ausgebildeten Zahnstange gemäß der Erfindung. Fig. 2 ist eine Schnittansicht dieses Systems. Rollnuten 3 für Rollglieder, die bogenförmige Querschnitte aufweisen und sich in der Axialrichtung einer Führungsschiene 1 erstrecken, die einen Querschnitt in Form eines umgekehrten T aufweist, sind symmetrisch an den beiden Seitenflächen 1b der Führungsschiene 1 vorgesehen. In dem unteren Teil einer der Seitenflächen 1b (das heißt, in der Seitenkantenfläche eines Schienenbasisabschnitts 1B, der sich von dem umgekehrten T seitwärts erstreckt, sind Zahnstangenzähne 4 in einem Stück im wesentlichen über die gesamte Länge der Schiene ausgebildet in der Weise, daß sie zu den Rollnuten 3 für die Rollglieder parallel sind. Die Zahnstangenzähne 4 sind so ausgebildet, daß die Richtung ihrer Zahnspuren in der Vertikalrichtung liegt, das heißt, senkrecht zu der Richtung, in welcher sich die Rollnuten 3 für die Rollglieder erstrecken. Und Löcher B1 für Befestigungsschrauben zum Fixieren des Werkstücks (oder der Schiene), welche die Führungsschiene 1 von der oberen Fläche 1a zu der unteren Fläche 1c durchstechen, sind in vorbestimmten Abständen ausgebildet.

Zwei Gleiter 2, deren Querschnitte U-förmig aussehen, stehen verschiebbar mit der Führungsschiene 1 in Eingriff, wobei diese zwei Gleiter 2 so eingestellt sind, daß sie auf der Führungsschiene 1 einander nahe sind. Jeder Gleiter 2 besteht aus einem Gleiterkörper 2A und Endkappen 2B, die an die vorderen und hinteren Enden

des Gleiterkörpers 2A angefügt sind. Wie in Fig. 2 gezeigt, sind Rollnuten 5 für die geladenen Rollglieder an den inneren Seitenflächen beider Verzweigungen des Gleiters 2 vorgesehen, welche die Führungsschiene 1 überspreizen, wobei die Rollnuten 5 für die geladenen Rollglieder so ausgebildet sind, daß die entsprechenden Rollnuten 3 für die Rollglieder der Führungsschiene 1 gegenüberliegen. Und innerhalb der Verzweigungen des Gleiterkörpers 2A sind Rückbahnen 6 für die Rollglieder, welche den Gleiterkörper 2A in der Axialrichtung durchdringen, parallel zu den Rollnuten 5 für die geladenen Rollglieder ausgebildet. Halbringförmige gekrümmte Bahnen 7, die in den entsprechenden Endkappen 2B ausgebildet sind, verbinden die Rollnuten 5 für die geladenen Rollglieder mit den Rückbahnen 6 für die Rollglieder, um endlose Umlaufbahnen für die Rollglieder zu bilden, in welchen eine Vielzahl von Kugeln 8, die als Rollglieder dienen, so geladen sind, daß sie darin rollen können.

Eine Platte 9 (zum Beispiel eine Grundplatte eines Roboterarmes) ist an die oberen Flächen der zwei Gleiter angefügt. Die Gleiter 2 sind an der Platte 9 befestigt. Eine Platte 10, an welcher ein Motor angebracht ist, steht von der Platte 9 über. Ein an der Platte 10 angebrachter Antriebsmotor 11 weist ein Ritzel 12 auf einer Ausgangswelle 11a auf, welches mit den Zahnstangenzähnen 4 an der Seitenfläche der Führungsschiene 1 kämmt. Die Löcher B1 für die Befestigungsschrauben können dazu verwendet werden, um zum Beispiel eine Mechanismuseinheit eines (nicht gezeigten) Roboters vom Portaltyp an dem anderen Ende (bezüglich des Antriebsmotors 11) der Führungsschiene 1 zu befestigen.

Nun wird die Arbeitsweise beschrieben.

Angenommen, die in Fig. 1 gezeigte Führungsschiene 1 wird als Roboterarm eines Portalroboters verwendet, bei welchem die Führungsschiene 1 nach vorne und hinten verschoben werden kann, das heißt, der Roboterarm ausgestreckt und zurückgezogen werden kann über das Ritzel 12 und die Zahnstangenzähne 4 durch Vorwärts- und Rückwärtsdrehen des Antriebsmotors 11. Dabei ist ein lineares Verschieben der Führungsschiene 1 bemerkenswert sanft und genau wegen der Rollführung, die durch die Kugeln der Gleiter 2 durchgeführt wird.

Da die Zahnstangenzähne 4 direkt in der Führungsschiene 1 ausgearbeitet sind, besteht das System aus weniger Komponenten als das System, in welchem eine getrennt gefertigte Zahnstange an einer Führungsschiene verschraubt ist, und es können Arbeitsstunden eingespart werden, da eine Montage oder Positionierung der Zahnstange nicht erforderlich ist.

Während bei dem System nach dem Stand der Technik die Zahnstangenzähne 4 in der oberen Fläche der Schiene ausgebildet sind, wie in Fig. 4 gezeigt, und also die Fläche 4A, an welcher das Werkstück befestigt ist, an einem Ende der Zahnstangenzähne 4 ausgebildet sein sollte, benötigt die Ausführungsform keine solche Fläche zum Befestigen der Mechanismuseinheit des Roboters an der Führungsschiene 1. Dementsprechend braucht die Schiene keine zusätzliche Länge für die Fläche aufzuweisen, an welcher das Werkstück befestigt wird, wodurch der Raum zur Installation weiter reduziert wird sowie die Herstellung zwecks Kostenverminderung erleichtert wird.

Da die an der Seitenfläche der Führungsschiene 1 ausgebildeten Zahnstangenzähne 4 mit dem Ritzel 12 kämmen, ist ihre Montage leichter als bei dem System nach dem Stand der Technik, in welchem die an der

oberen oder unteren Fläche ausgebildeten Zahnstangen-
zähne mit dem Ritzel kämmen. Da sich außerdem
die Richtung der Biegung der Führungsschiene 1 mit
ihrem Eigengewicht verschieden ist von der Richtung
der Vibration, die durch den Eingriff der angetriebenen
Zahnstangenzähne 4 entsteht, wird den Zahnstangen-
zähnen 4 weniger Schaden zugefügt und damit die Nut-
zungsdauer der Zahnstange verlängert, das Geräusch ist
vermindert, und die Genauigkeit bei der Positionierung
ist verbessert.

Übrigens kann, obzwar in der oben erwähnten Aus-
führungsform die Führungsschiene 1 den T-förmigen
Querschnitt aufweist, dessen Basisabschnitt 1B zur Seite
vorragende Abschnitte auf beiden Seiten aufweist und
die Zahnstangenzähne 4 entlang einer der Seitenkan-
tenfläche der vorragenden Abschnitte des Basisab-
schnitts 1B vorgesehen sind, der Basisabschnitt 1B der
Führungsschiene L-förmig sein, das heißt, er braucht
nur einen vorragenden Abschnitt auf einer Seite aufzu-
weisen, so daß die Zahnstangenzähne 4 entlang der Sei-
tenkantenfläche des vorragenden Abschnitts des Basis-
abschnitts vorgesehen sind.

Ferner können, obzwar in der oben erwähnten Aus-
führungsform zwei Rollnuten 3 für die Rollglieder in
jeder Seitenfläche ausgebildet sind, entweder mehr Nuten
oder auch nur eine Nute in jeder Seitenfläche ausge-
bildet sein.

Außerdem sind die Rollglieder nicht auf Kugeln be-
schränkt, sondern können Walzen sein.

Wie oben beschrieben, sind gemäß der Erfindung die
Zahnstangenzähne, welche den Zahnstangentrieb bil-
den, einstückig an der Seitenfläche der Führungsschiene
des linearen Führungssystems ausgebildet, und die Rich-
tung der Zahnspuren der Zahnstangenzähne ist senk-
recht zu der Richtung, entlang welcher die Rollnuten für
die Rollglieder der Führungsschiene ausgebildet sind.
Daher kann dieses System eine höhere Genauigkeit er-
zielen als die herkömmlichen Systeme, bei welchen eine
gesondert hergestellte Zahnstange an eine Schiene an-
geschraubt ist.

Durch Vorsehen der Rollnuten für die Rollglieder und
die Zahnstangenzähne an der gleichen Seitenfläche der
Führungsschiene können die Löcher für die Befestig-
ungsschrauben über die gesamte Länge der Flächen der
Führungsschiene ausgebildet sein, an welcher die
Zahnstangenzähne nicht ausgebildet sind. Infolgedessen
wird die Befestigung der Führungsschiene verstärkt, so
daß die Führungsschiene bei Eingriff der Zahnstangen-
zähne und des Ritzelrades nicht zittert, wodurch ein
stabiles Betriebsverhalten bei hoher Geschwindigkeit
realisiert wird.

Wenn die Gleiter befestigt sind und die Führungs-
schiene gerade entlang den Gleitern verschoben wird,
braucht die Fläche zum Befestigen des Werkstücks an
der sich bewegendes Führungsschiene nicht an dem En-
de der Zahnstangenzähne vorgesehen zu werden. Dem-
entsprechend kann die Länge der Schiene verkürzt wer-
den. Infolgedessen kann die Starrheit der Schiene ver-
größert werden und der Raum für die Installation kann
vermindert werden.

Da die Richtung der Zahnspuren der Zahnstangen-
zähne mit den Ritzel verschieden ist von der Richtung
der Biegung der Schiene mit ihrem Eigengewicht, kann
außerdem der Eingriff in den gesamten Hüben gleich-
förmig gemacht werden. Infolgedessen kann das System
die lange Lebensdauer, niedriges Geräusch und hohe
Präzision beim Positionieren verwirklichen.

1. Lineares Führungssystem mit einer einstückig
ausgebildeten Zahnstange, gekennzeichnet durch,
eine Führungsschiene (1) mit Rollnuten (3) für Roll-
glieder (8), welche in den beiden Seiten der Füh-
rungsschiene (1) ausgebildet sind und sich in ihrer
Längsrichtung erstrecken, Gleiter (2), welche an
der Führungsschiene (1) derart angebracht sind,
daß sie in der Lage sind, entlang der Führungsschie-
ne (1) zu gleiten, und jeder von denen aus einem
Gleiterkörper (2A) mit Rollnuten (5) für die gela-
denen Rollglieder (8) in den Innenflächen seines
Rücksprungabschnitts entsprechend den Rollnuten
(3) für die Rollglieder (8) der Führungsschiene (1)
sowie Rückbahnen (6) für die Rollglieder (8) be-
steht, die innen als durchdringende Löcher parallel
zu den Rollnuten (5) für die geladenen Rollglieder
(8) vorgesehen sind, und Endkappen (2B), die an
beide Längsenden des Gleiterkörpers (2A) ange-
fügt sind, welche halbkreisbogenförmige gekrüm-
mte Bahnen (7) aufweisen, um die Bahnen für
die geladenen Rollglieder (8), die gebildet werden
durch die Rollnuten (3) für die Rollglieder (8) und
die Nuten (5) für die geladenen Rollglieder (8), in
Verbindung zu setzen mit den Rückbahnen (6) für
die Rollglieder (8), um endlose Umlaufbahnen zu
bilden,

und eine Vielzahl von Rollgliedern (8), welche gela-
den und gerollt werden in den Bahnen für die gela-
denen Rollglieder (8), wenn sie geladen sind, wenn
die Gleiter (2) in der Längsrichtung gleiten, um auf
diese Weise die Reibung zwischen der Führungs-
schiene (1) und den Gleitern (2) zu vermindern so-
wie durch die Rückbahnen (6) für die Rollglieder (8)
und die gekrümmten Bahnen (7) zu umzulaufen,
wobei die Führungsschiene (1) eine Seitenfläche
aufweist parallel zu einer Seitenfläche, an welcher
die Rollnuten (3) für die Rollglieder (8) ausgebildet
sind, sowie Zahnstangenzähne (4), welche entlang
der Seitenfläche (1b) so ausgerichtet sind, daß die
Zahnspuren der Zahnstangenzähne (4) senkrecht
sind zu den Rollnuten (3) für die Rollglieder (8) der
Führungsschiene (1).

2. Führungssystem nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) den
Querschnitt eines umgekehrten T aufweist.

3. Führungssystem nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Führungsschiene (1) einen
L-förmigen Querschnitt aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

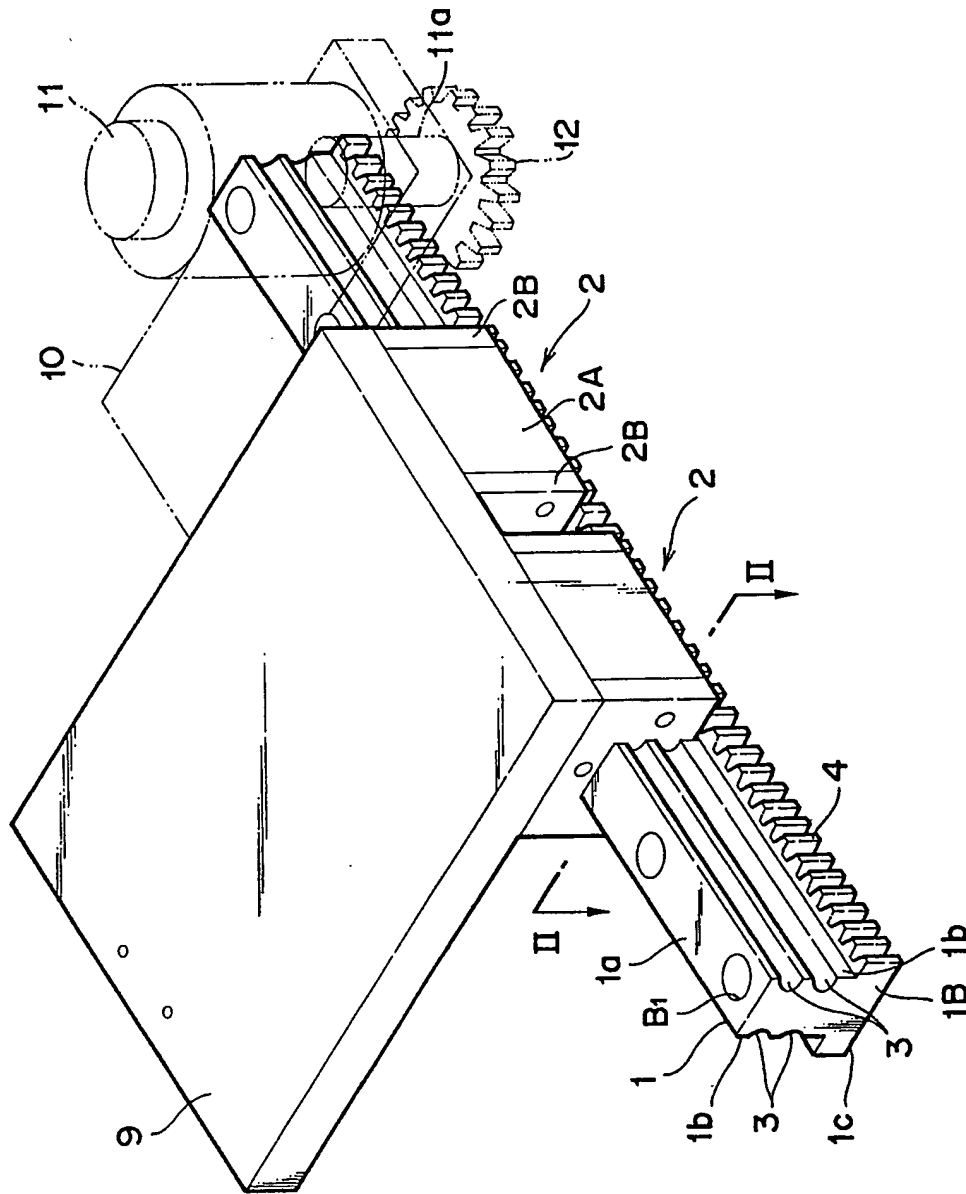


FIG. 1

FIG. 2

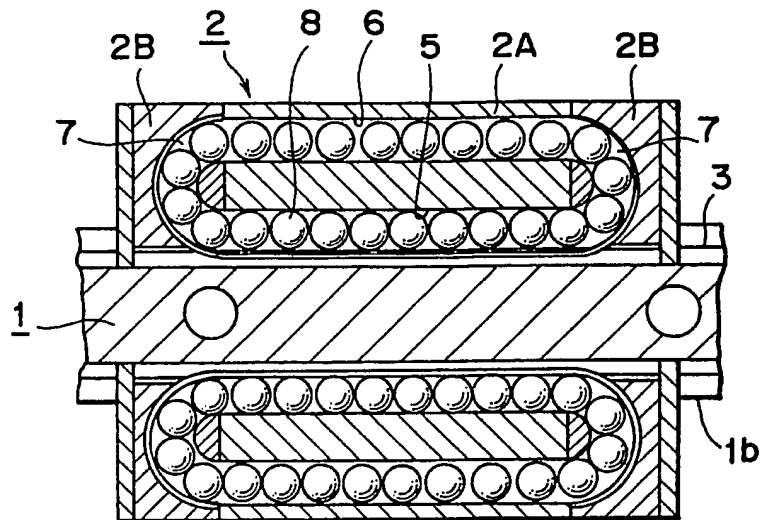


FIG. 3

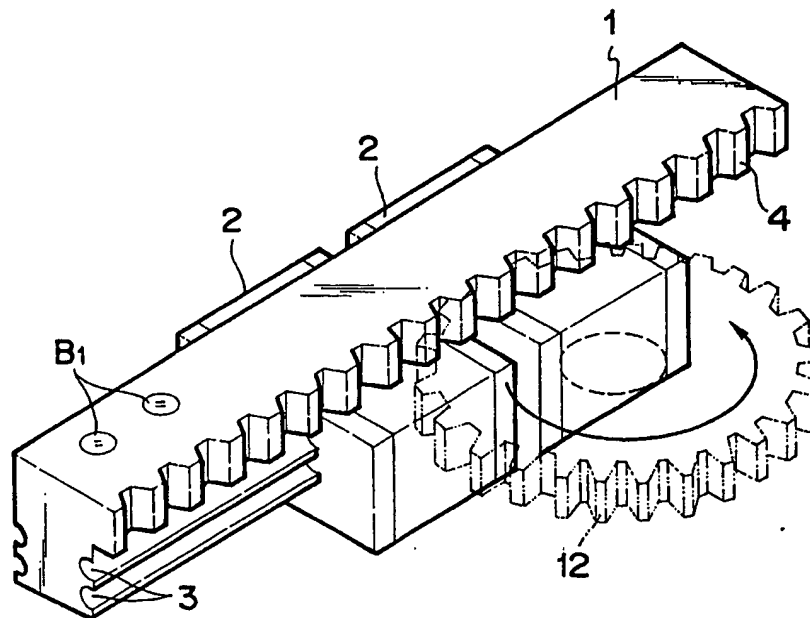


FIG. 4

